

DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

EP 99 / 03199



4

REC'D 02 MAR 2000	
WIPO	PCT

Bescheinigung

Die Firma Dr. Gottschall INSTRUCTION Gesellschaft für Technische Chromatographie mbH in Ludwigshafen/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Herstellung von Kondensationsverbindungen"

am 21. Juni 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Das angeheftete Stück ist eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlage dieser Patentanmeldung.



Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol C 08 G 85/00 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 7. Februar 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag



Aktenzeichen: 199 28 236.6

5

Verfahren zur Herstellung von Kondensationsverbindungen

10 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Kondensationsverbindungen, ausgehend von niedermolekularen Verbindungen, die mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisen und die mittels eines Aktivierungsreagenzes aktiviert wurden. Ebenso betrifft die vorliegende Erfindung auch die Verwendung solcher Aktivierungsreagenzien zur Herstellung der Kondensationsverbindungen.
15

Kondensationsverbindungen wie Polyamide, Polyurethane, Polyester, Polycarbonate oder Polyharnstoffe haben als Massenkunststoffe enorme Bedeutung erlangt. Sie werden dabei unter anderem als Synthesefasern, Formteile, Verpackungsmaterialien oder auch Schaumstoffe eingesetzt. Diese Verbindungen werden normalerweise durch Umsetzung von jeweils zwei zweiwertigen Monomerbausteinen erhalten.
20

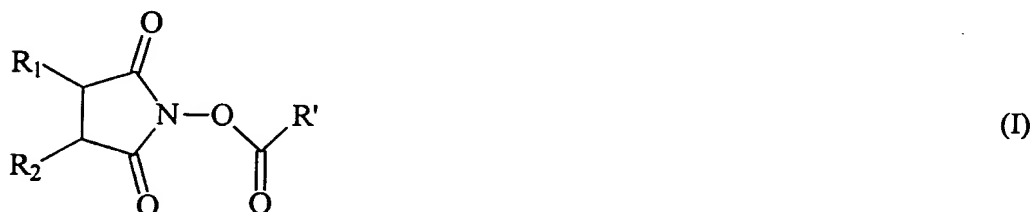
Die Reaktionsbedingungen, unter denen diese Verbindungen hergestellt werden, sind bezüglich der Temperatur und des pH-Wertes in der Regel relativ drastisch. Dies stellt jedoch eine Einschränkung dar, was die Auswahl der Monomere anbelangt, aus denen die Verbindungen aufgebaut werden. Monomere, die empfindlich auf diese drastischen Reaktionsbedingungen reagieren, oder Monomere, die Substituenten tragen, die auf diese drastischen Reaktionsbedingungen empfindlich reagieren, sind schlecht oder überhaupt nicht einsetzbar.
25
30

Ein weiterer Nachteil der drastischen Reaktionsbedingungen ist darin zu sehen, daß die Kondensationen in der Regel unselektiv sind. Zusätzliche funktionelle Gruppen einer Monomereinheit führen in diesem Fall zwangsläufig zu unerwünschten Nebenreaktionen.

5

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es daher, ein Verfahren bereitzustellen, das die angesprochenen Nachteile nicht aufweist.

Demgemäß betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer
10 Kondensationsverbindung durch Umsetzung mindestens einer funktionellen Gruppe einer mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden ersten niedermolekularen Verbindung mit mindestens einer funktionellen Gruppe mindestens einer weiteren, mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden zweiten niedermolekularen Verbindung, die gleich der ersten oder verschieden von der ersten
15 niedermolekularen Verbindung sein kann, unter Erhalt einer Kondensationsverbindung, das dadurch gekennzeichnet ist, daß mindestens eine der an dieser Umsetzung beteiligten funktionellen Gruppen vor der Umsetzung durch Reaktion mit einer Verbindung der folgenden Struktur (I)



aktiviert wurde, wobei R' für ein Halogenatom oder einen Rest (I')



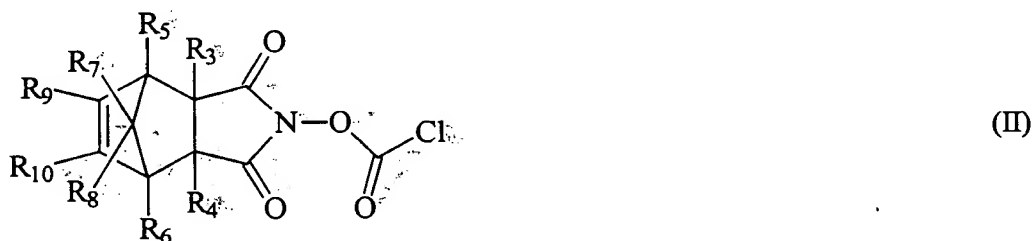
20 steht und wobei R₁, R₂, R₁' und R₂' gleich oder unterschiedlich sind und Wasserstoff, geradkettige oder verzweigt-kettige Alkyl-, Aryl-, Cycloalkyl-, heterocy-

clische oder Aralkylreste mit bis zu 30 C-Atomen darstellen oder entweder R_1 und R_2 oder R_1' und R_2' oder sowohl R_1 und R_2 als auch R_1' und R_2' zu einem Carbocyclus oder einem Heterocyclus verknüpft sind.

- 5 In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine Verbindung der allgemeinen Struktur (I) eingesetzt, bei der der Rest R' ein Halogenatom, besonders bevorzugt ein Chloratom ist. Weiter bevorzugt sind bei der verwendeten Verbindung der allgemeinen Struktur (I) die Reste R_1 und R_2 zu einem Carbocyclus verbrückt.

10

Demgemäß betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren, wie oben beschrieben, das dadurch gekennzeichnet ist, daß als Verbindung der Struktur (I) eine Verbindung der folgenden Struktur (II)



- eingesetzt wird, wobei R_3 bis R_{10} gleich oder unterschiedlich sind und Wasserstoff, geradkettige oder verzweigt-kettige Alkyl-, Aryl-, Cycloalkyl-, heterocyclische und Aralkyl-Reste mit bis zu 30 C-Atomen darstellen oder mehrere der R_3 bis R_{10} zu einem oder mehreren Carbo- oder Heterocyclen verbrückt sind.
- 15

- Selbstverständlich ist es im Rahmen der vorliegenden Erfindung aber auch möglich, daß R_1 und R_2 so gewählt werden, daß das Brückenkopfatom, an dem in der Struktur (II) die Reste R_7 und R_8 gebunden sind, ein Heteroatom ist. Je nach Art des Heteroatoms ist es hierbei denkbar, daß ein, zwei oder auch mehrere gleiche oder unterschiedliche Reste R_7 bzw. R_8 an dem Brückenkopfatom gebunden sind. Der Brückenkopf kann selbstverständlich auch aus mehreren Heteroatomen oder
- 20
- 25 einer Kombination aus Hetero- und Kohlenstoffatomen gebildet sein, die wie-

derum gegebenenfalls mit einem oder mehreren Resten der Art R_7 bzw. R_8 substituiert sein können. Weiter sind auch Strukturen denkbar, die statt eines Kohlenstoffatoms, an dem in Struktur (II) die Reste R_5 oder R_6 gebunden sind, ein gegebenenfalls substituiertes Heteroatom aufweisen.

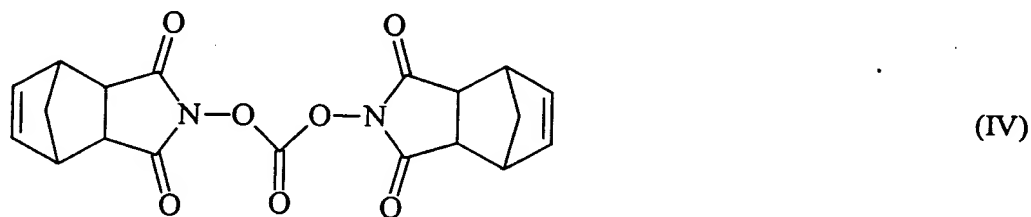
5

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird als Verbindung der Struktur (II) die folgende Verbindung der Struktur (III) eingesetzt:



Als Verbindung der allgemeinen Struktur (I), die einen Rest R' der allgemeinen Struktur (I') aufweist, ist insbesondere das symmetrische Carbonat der folgenden Struktur (IV) zu nennen:

10



Bezüglich der niedermolekularen, mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden Verbindungen, die im erfindungsgemäßen Verfahren umgesetzt werden, bestehen im allgemeinen keine Einschränkungen, solange mindestens eine der funktionellen Gruppen mit mindestens einer Verbindung mit einer der oben genannten Verbindungen der Strukturen (I) bis (IV) aktiviert werden kann.

15

Der Begriff "niedermolekulare Verbindung", wie er im Rahmen der vorliegenden Erfindung verwendet wird, umfaßt hierbei Verbindungen mit einer Molmasse von

20

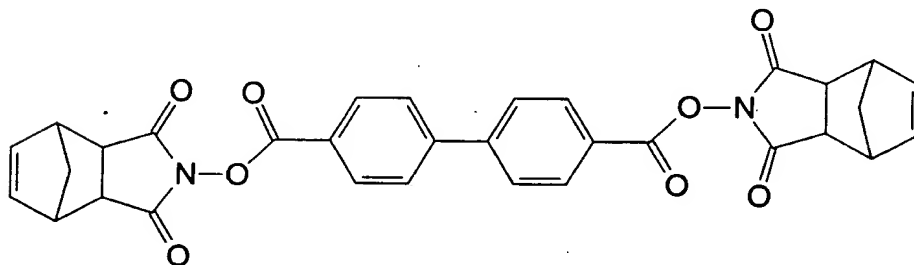
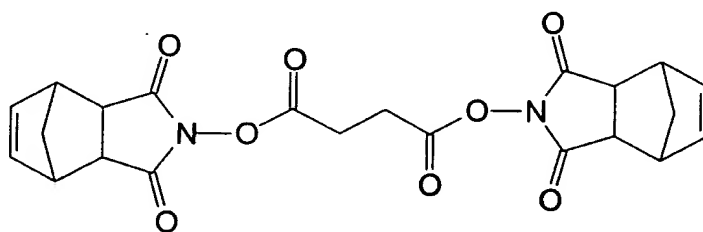
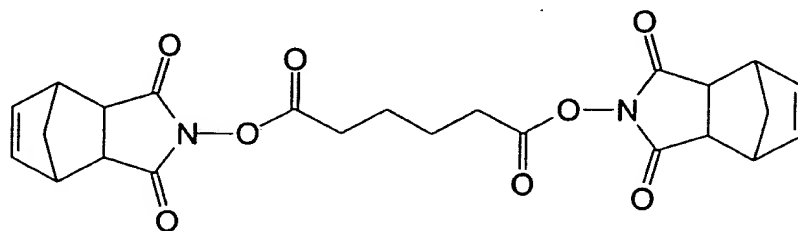
weniger als 1000 Dalton. Solche Verbindungen umfassen in der Regel bis zu ungefähr 20 Monomereinheiten.

Der Begriff der "funktionellen Gruppe", wie er im Rahmen der vorliegenden Erfindung verwendet wird, umfaßt alle chemischen Strukturelemente, die miteinander reagieren können oder die durch Umsetzung mit einer Verbindung der Struktur (I) oder (II) hinsichtlich dieser Reaktion aktiviert werden können.

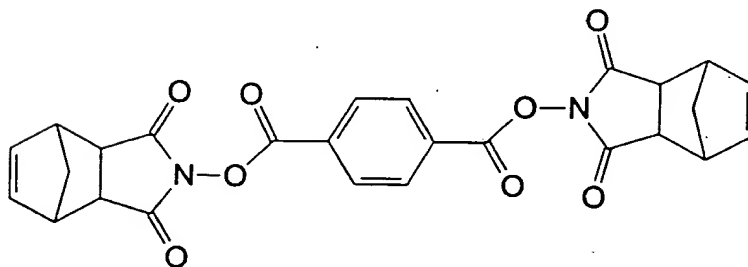
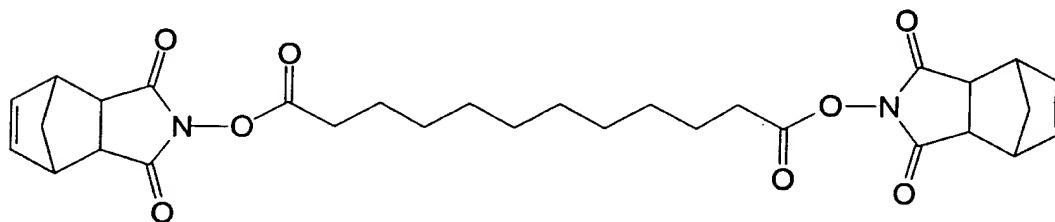
Als bevorzugte funktionelle Gruppen der mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden niedermolekularen Verbindungen sind u.a. OH-Gruppen, gegebenenfalls substituierte Amingruppen, SH-Gruppen, OSO₃H-Gruppen, SO₃H-Gruppen, OPO₃H₂-Gruppen, OPO₃HR₁₁-Gruppen, PO₃H₂-Gruppen, PO₃HR₁₁-Gruppen oder COOH-Gruppen zu nennen, wobei die Gruppe R₁₁ so gewählt wird, daß die funktionelle Gruppe an sich mit einer Verbindung der Struktur (I) oder (II) aktiviert werden kann oder mit einer funktionellen Gruppe, die mit einer Verbindung der Struktur (I) oder (II) aktiviert ist, umgesetzt werden kann.

Als niedermolekulare, mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisende Verbindungen sind solche denkbar, die funktionelle Gruppen gleicher, vorzugsweise der vorgenannten Art aufweisen. Ebenso sind auch niedermolekulare, mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisende Verbindungen denkbar, die funktionelle Gruppen unterschiedlicher Natur umfassen.

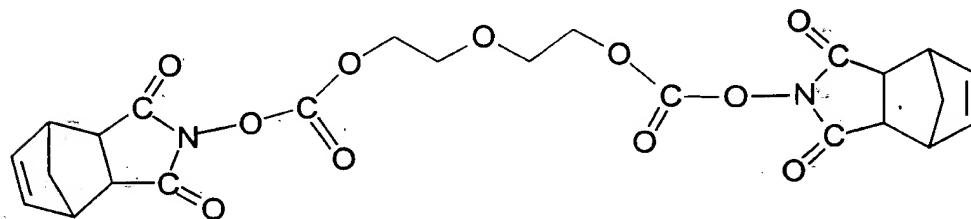
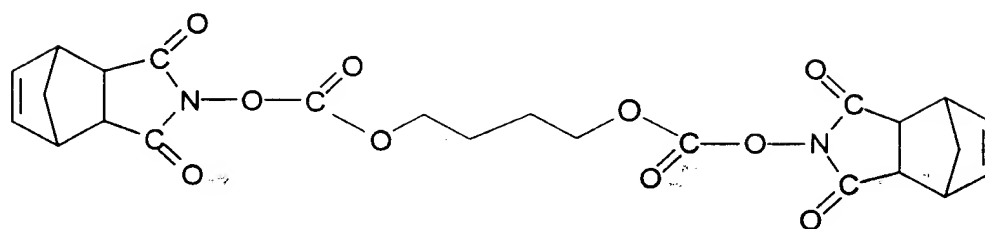
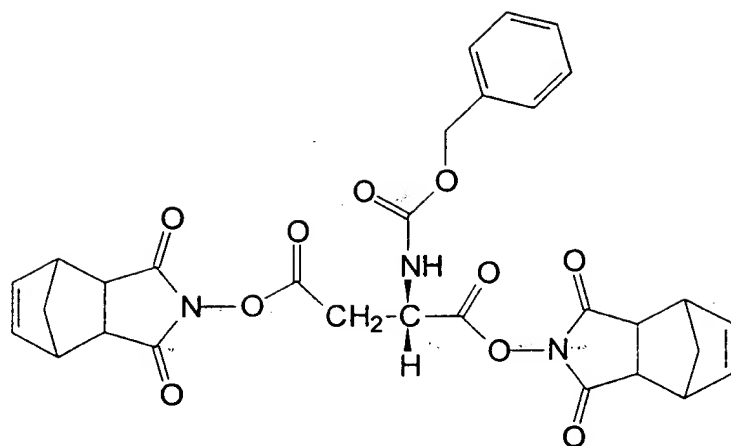
Im folgenden sind Beispiele für niedermolekulare, mindestens zwei funktionelle Gruppen umfassende Verbindungen aufgeführt, bei denen zwei funktionelle Gruppen mit einer Verbindung der Struktur (III) aktiviert sind:



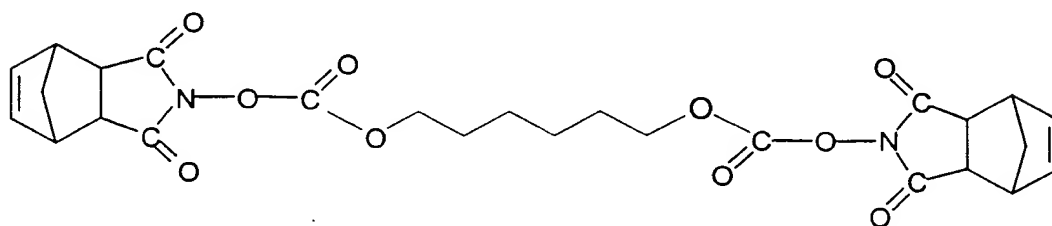
5

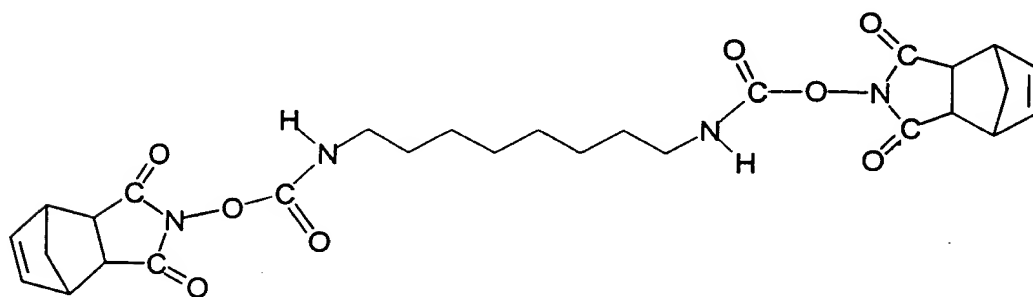
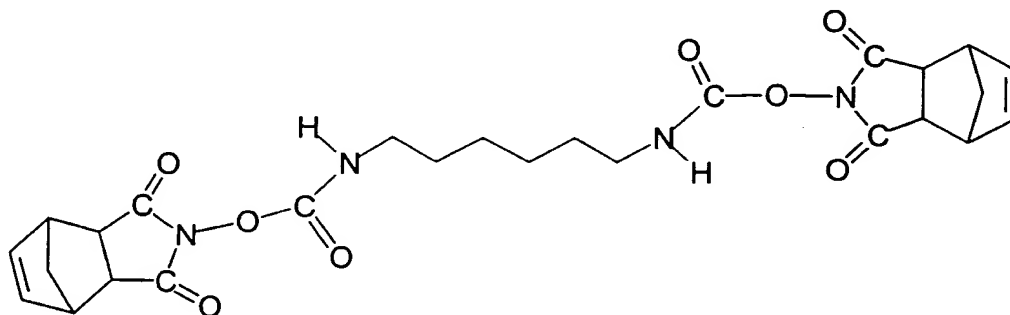
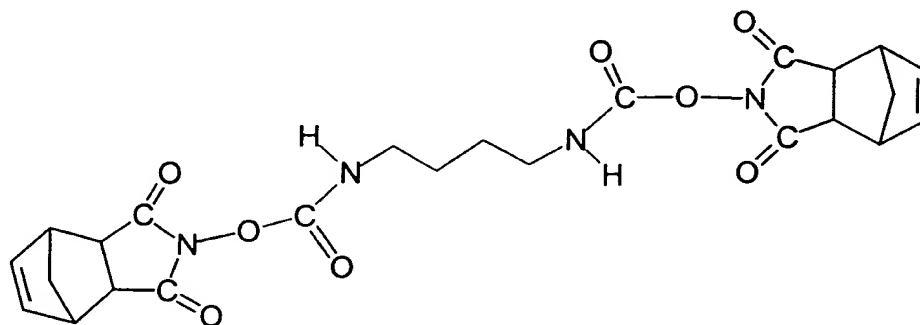


10

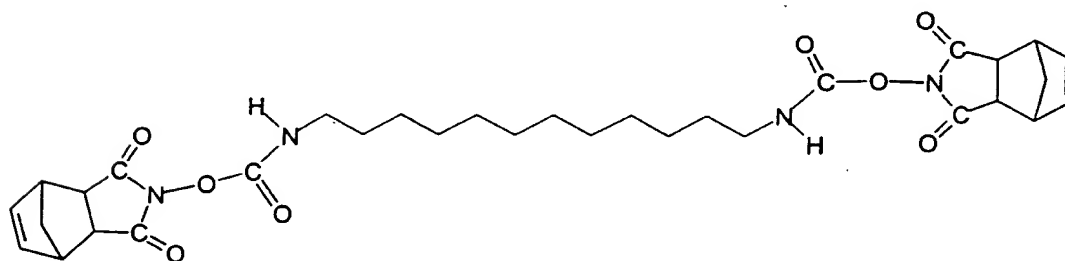


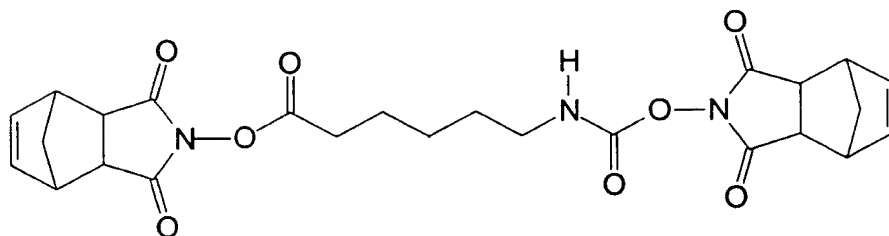
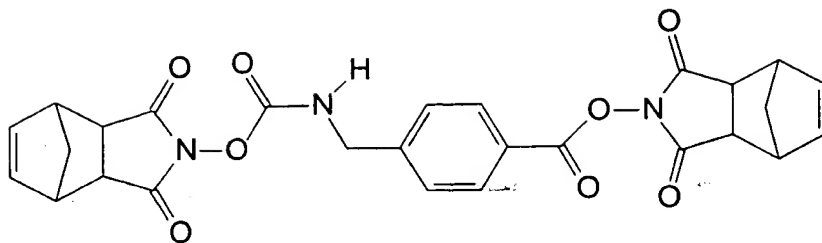
5



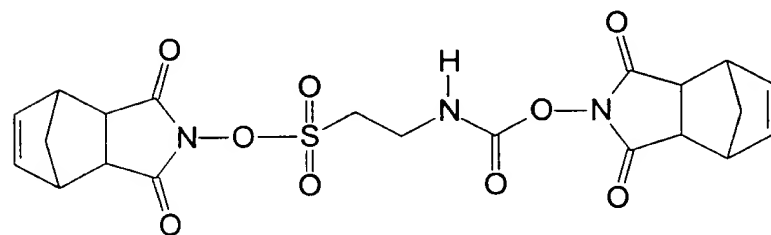
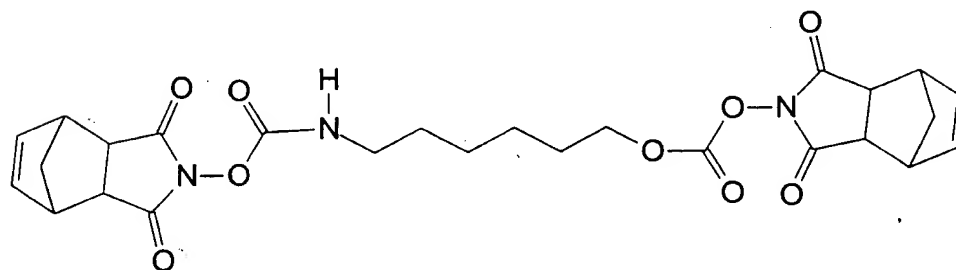


5





5

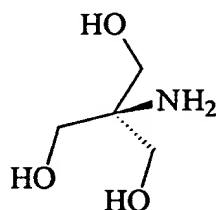


10

Weitere Beispiele für niedermolekulare Verbindungen sind etwa 1,3,5-Benzoltri-
carbonsäure, Pentaerythrit, Phloroglucin, 1,3,5-Triaminobenzol, Melamin oder
Cyclodextrin.

15

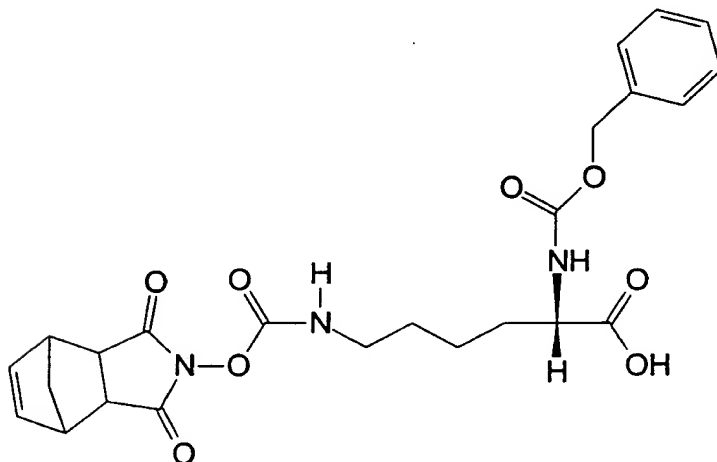
Weitere Beispiele für niedermolekulare, mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisende Verbindungen sind unter anderem Aminoalkohole, Hydroxycarbonsäuren oder Aminosäuren wie etwa die Verbindung der folgenden Struktur (V)



(V)

5

oder die mit der Verbindung der Struktur (III) umgesetzte Verbindung der folgenden Struktur (VI):



(VI)

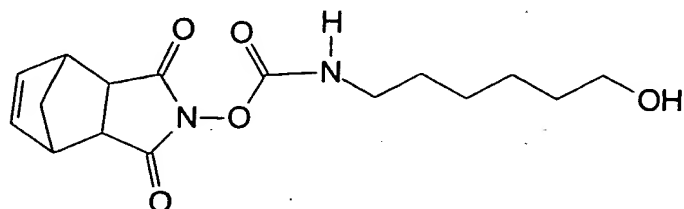
- 10 oder 2-Aminoglycerin, Gallussäure, 1-Amino-3,5-dihydroxybenzol, Aminodicarbonsäuren, Diaminocarbonsäuren, Hydroxydicarbonsäuren, Tri- oder Tetracarbonsäuren.

Demgemäß betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren, wie oben be-
15 schrieben, das dadurch gekennzeichnet ist, daß mindestens eine der mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden Verbindungen mindestens zwei verschiedene funktionelle Gruppen aufweist.

Durch geeignete Wahl der Reaktionsbedingungen bei der Aktivierung der mindestens einen funktionellen Gruppe der mindestens einen, mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden niedermolekularen Verbindung mit einer Verbindung der Struktur (I) oder (II) ist es im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens denkbar, daß sämtliche funktionelle Gruppen einer niedermolekularen Verbindung aktiviert werden und mit nicht-aktivierten funktionellen Gruppen mindestens einer weiteren, mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden Verbindung umgesetzt werden. Dies ist sowohl denkbar für niedermolekulare Verbindungen, die nur eine Art von funktionellen Gruppen aufweisen, als auch für solche, die zwei oder mehr verschiedene Arten von funktionellen Gruppen umfassen.

Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es insbesondere möglich, eine oder mehrere funktionelle Gruppen einer niedermolekularen Verbindung selektiv zu aktivieren. Außerdem ist es denkbar, daß die niedermolekulare Verbindung nur eine Art von funktionellen Gruppen aufweist und von diesen funktionellen Gruppen nur eine bestimmte Auswahl selektiv aktiviert wird.

Bevorzugt werden im erfindungsgemäßen Verfahren niedermolekulare Verbindungen eingesetzt, die zwei oder mehr verschiedene funktionelle Gruppen aufweisen, von denen mindestens eine bei der Umsetzung der Verbindung mit einer Verbindung der Struktur (I) oder (II) selektiv aktiviert wird. Als Beispiel unter vielen denkbaren Verbindungen, die aus der Umsetzung von niedermolekularen, zwei oder mehr verschiedene funktionelle Gruppen aufweisenden Verbindungen mit einer der Verbindungen (I) oder (II) resultieren, sei die Verbindung der folgenden Struktur (VII) genannt:



(VII)

Die vorliegenden Erfindung betrifft demnach auch ein Verfahren, wie oben beschrieben, das dadurch gekennzeichnet ist, daß mindestens eine der mindestens zwei verschiedenen funktionellen Gruppen der mindestens einen, mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden Verbindungen selektiv durch eine Verbindung der Struktur (I) oder (II) aktiviert wurde.

Hierbei gibt es im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens zahlreiche Möglichkeiten, die selektive Aktivierung der funktionellen Gruppen zu erreichen. So ist es beispielsweise denkbar, durch die geeignete Wahl des Lösungsmittels oder der Lösungsmittel, in dem oder in denen die Aktivierung durchgeführt wird, die Selektivität zu erreichen. Ebenso ist es denkbar, durch die spezifische Wahl von Reaktionstemperatur, Reaktionsdruck oder pH-Wert, bei dem die Reaktion durchgeführt wird, die Selektivität einzustellen. Eine weitere Möglichkeit, eine gewünschte Selektivität einzustellen, ist die geeignete Wahl des Aktivierungsreagenzes der Struktur (I) oder (II). Hierbei kann die unterschiedliche Reaktivität und/oder Selektivität einer oder mehrerer verschiedener funktioneller Gruppen gegenüber einem oder mehreren verschiedenen Aktivierungsreagenzien ausgenutzt werden. Selbstverständlich ist es im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich, durch geeignete Kombination der genannten Möglichkeiten eine selektive Aktivierung von funktionellen Gruppen zu erreichen.

Die zwei oder mehr im erfindungsgemäßen Verfahren miteinander umgesetzten niedermolekularen Verbindungen können gleich oder verschieden voneinander sein.

Insbesondere ist es beispielsweise denkbar, nur eine Art von niedermolekularen Verbindungen einzusetzen, die beispielsweise zwei verschiedene Arten von funktionellen Gruppen aufweisen, von denen wiederum eine selektiv aktiviert wurde. In diesem Fall reagieren beispielsweise bei der Umsetzung die aktivierten Gruppen der niedermolekularen Verbindung mit den nicht-aktivierten funktionellen Gruppen dieser Verbindung.

Weiter ist es denkbar, zwei verschiedene niedermolekulare Verbindung einzusetzen, die jeweils nur eine Art von funktionellen Gruppen aufweisen. In diesem Fall ist es beispielsweise möglich, die funktionellen Gruppen der einen Verbindung mit einer Verbindung der Struktur (I) oder (II) zu aktivieren und mit den nicht-aktivierten funktionellen Gruppen der anderen Verbindung umzusetzen.

Selbstverständlich ist es im erfindungsgemäßen Verfahren auch möglich, mehr als zwei verschiedene niedermolekulare Verbindungen einzusetzen und durch geeignete Verfahrensführung mittels geeigneter, gegebenenfalls selektiver Aktivierung von funktionellen Gruppen der verschiedenen Verbindungen eine im wesentlichen unbeschränkte Vielzahl von Kondensationsverbindungen herzustellen.

Weiter können im erfindungsgemäßen Verfahren auch Kondensationsverbindungen mit weitgehend beliebigen Kondensationsgraden hergestellt werden. Demgemäß können im erfindungsgemäßen Verfahren Oligokondensationsverbindungen und/oder Polykondensationsverbindungen aufgebaut werden. Der Begriff der "Kondensationsverbindung", wie er in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, bezeichnet deshalb Kondensationsverbindungen, die aus mindestens zwei niedermolekularen Verbindungen aufgebaut wurden.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist dabei nicht beschränkt auf den ausschließlichen Einsatz von niedermolekularen, mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden Verbindungen. Es ist selbstverständlich auch möglich, zusätzlich zu den mindestens zwei niedermolekularen, mindestens zwei funktionelle Gruppen

aufweisenden Verbindungen, die erfindungsgemäß miteinander umgesetzt werden, auch mindestens eine nicht-niedermolekulare Verbindung, die mindestens eine funktionelle Gruppe aufweisen, und/oder mindestens eine niedermolekulare Verbindung, die eine funktionelle Gruppe aufweist, einzusetzen. Der Begriff „nicht-
5 niedermolekulare Verbindung“ umfaßt hierbei Verbindungen mit einer Molmasse von größer oder gleich 1000 Dalton.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist weiterhin nicht beschränkt auf den Einsatz der Aktivierungsreagenzien der Strukturen (I) oder (II). So ist es beispielsweise
10 denkbar, daß in mindestens einem Schritt erfindungsgemäß zwei jeweils mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden Verbindungen miteinander umgesetzt werden und in einem oder mehreren weiteren Schritten die Aktivierung von funktionellen Gruppen zum Aufbau der Kondensationsverbindung mittels anderer Aktivierungsreagenzien erfolgt. Selbstverständlich ist es auch denkbar, daß in
15 einem oder mehreren Schritten beim Aufbau der Kondensationsverbindung zwei funktionelle Gruppen ohne Verwendung eines Aktivierungsreagenzes miteinander umgesetzt werden.

Die spezielle Ausgestaltung der Verfahrensführung beim Aufbau der Kondensationsverbindung unterliegt im wesentlichen keinen Einschränkungen und ist prinzipiell nach allen denkbaren Methoden möglich.
20

Eine besondere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren, wie oben beschrieben, das dadurch gekennzeichnet ist, daß die Kondensationsverbindung durch gleichzeitiges Abreagieren der mindestens zwei funktionelle
25 Gruppen aufweisenden niedermolekularen Verbindungen hergestellt wird.

Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es auch denkbar, daß in diesem Eintopfverfahren eine oder mehrere erfindungsgemäß hergestellte Kondensations-
30 verbindungen mit mindestens einer weiteren, mindestens eine funktionelle Gruppe

aufweisenden, niedermolekularen und/oder nicht-niedermolekularen Verbindung umgesetzt werden.

5 Weiter ist es beispielsweise denkbar, daß die zur Umsetzung verwendeten niedermolekularen und/oder nicht-niedermolekularen Verbindungen bereits in aktivierter Form zusammengegeben werden. Ebenso ist es auch denkbar, die niedermolekularen oder nicht-niedermolekularen Verbindungen in nicht-aktivierter Form zusammenzugeben und die Aktivierung mittels einer Verbindung der Struktur (I) oder (II) im Reaktionsgefäß direkt vorzunehmen.

10

Im Falle, daß mindestens zwei verschiedene Verbindungen miteinander umgesetzt werden, entstehen beispielsweise statistische Kondensationsverbindungen.

15 Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren, wie oben beschrieben, das dadurch gekennzeichnet ist, daß die Kondensationsverbindung schrittweise aus den mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden niedermolekularen Verbindungen aufgebaut wird.

20 Der schrittweise Aufbau ist hierbei prinzipiell nach allen denkbaren Verfahren gemäß dem Stand der Technik durchführbar. Bevorzugt erfolgt jedoch der schrittweise Aufbau in Lösung oder am festen Träger.

In einer weiteren Ausführungsform betrifft daher die vorliegende Erfindung ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, daß die schrittweise Herstellung der
25 Kondensationsverbindung in Lösung oder am festen Träger durchgeführt wird.

Wird die Kondensationsverbindung am festen Träger aufgebaut, so ist es im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens beispielsweise denkbar, zuerst mindestens eine Kondensationsverbindung durch Umsetzung von mindestens zwei niedermolekularen, mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden Verbindungen
30 erfindungsgemäß herzustellen, die resultierende mindestens eine Kondensati-

onsverbindung über ionische oder/und adsorptive oder/und kovalente Bindung am Träger zu fixieren und die am Träger fixierte mindestens eine Kondensationsverbindung über mindestens eine freie, gegebenenfalls aktivierte funktionelle Gruppe durch weitere Umsetzung mit mindestens einer Verbindung, die mindestens eine funktionelle, gegebenenfalls aktivierte Gruppe aufweist, weiter aufzubauen.

Ebenfalls ist es möglich, zuerst mindestens eine niedermolekulare oder nicht-niedermolekulare, mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisende Verbindung über ionische oder/und adsorptive oder/und kovalente Bindung am Träger zu fixieren und anschließend durch weitere Umsetzungen an mindestens einer gegebenenfalls aktivierten funktionellen Gruppe der am Träger fixierten niedermolekularen Verbindung die Kondensationsverbindung aufzubauen, wobei in mindestens einem Schritt beim schrittweisen Aufbau eine erfindungsgemäß hergestellte Kondensationsverbindung eingesetzt wird.

Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es auch denkbar, diese beiden Reaktionswege beliebig zu kombinieren.

Als Trägermaterial sind prinzipiell alle Materialien geeignet, an denen sich, wie oben beschrieben, die mindestens eine Kondensationsverbindung und/oder die niedermolekulare Verbindung durch ionische oder/und adsorptive oder/und kovalente Bindung fixieren läßt und sich die in gewünschtem Umfang aufgebaute Kondensationsverbindung ohne Zerstörung der Struktur der Kondensationsverbindung ablösen läßt.

Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es hierbei beispielsweise denkbar, daß der Träger den Aufbau der Kondensationsverbindung nicht beeinflußt. Ebenso ist auch denkbar, daß die chemische Natur und die Topologie des Trägers dazu verwendet wird, aufgrund von beispielsweise elektronischer oder sterischer Wechselwirkungen den Aufbau der Kondensationsverbindung beispielsweise regio-, stereo- oder enantioselektiv zu beeinflussen.

Als Beispiele seien etwa poröse und nicht-poröse Harze, Titandioxid, Kieselgel, Cellulose, Glasbeads, Metall-, Kunststoff-, Keramik- oder Glasoberflächen genannt.

5

Bezüglich der Löslichkeit des Trägers im gewählten Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemisch ist es denkbar, daß das Trägermaterial löslich oder unlöslich ist. Demgemäß ist es im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens denkbar, daß der schrittweise Aufbau der Kondensationsverbindung am Träger in Lösung, in
10 disperser Phase oder in Emulsion erfolgt.

Weiter ist es möglich, daß sich im Laufe des schrittweisen Aufbaus der Kondensationsverbindung am Träger die Löslichkeit des Träger-Kondensationsverbindungs-Komplexes im gewählten Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemisch verändert. Demgemäß ist es beispielsweise denkbar, im Laufe des schrittweisen Aufbaus die Lösungsmittelzusammensetzung zu ändern, um die erwünschten Löslichkeiten zu gewährleisten. Selbstverständlich ist es weiter denkbar, zwei oder mehr
15 voneinander verschiedene Trägermaterialien einzusetzen, die sich in ihrer Löslichkeit in dem gewählten Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemisch unterscheiden.
20

In einer weiteren denkbaren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens kann nach einer beliebigen Anzahl von Schritten der Träger-Kondensationsverbindungs-Komplex isoliert werden und in mindestens einer weiteren Stufe anschließend im gleichen bzw. in einem anderen Lösungsmittel bzw. Lösungsmittelgemisch weiter umgesetzt werden.
25

Ebenso kann der schrittweise Aufbau der Kondensationsverbindung in Lösung ohne Verwendung eines Trägers durchgeführt werden.

30

Ebenso wie bei der schrittweisen Herstellung der Kondensationsverbindung am Träger ist es denkbar, daß die Herstellung der Kondensationsverbindung in Lösung ohne Träger, je nach umzusetzender Verbindungen und gewähltem Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemisch, in homogener Lösung oder in Dispersion
5 oder in Emulsion durchgeführt wird.

Beim schrittweisen Aufbau der Kondensationsverbindung in Lösung ohne Träger ist es im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens beispielsweise denkbar, zuerst eine Kondensationsverbindung aus zwei niedermolekularen, mindestens zwei
10 funktionelle Gruppen aufweisenden Verbindungen herzustellen und anschließend diese Kondensationsverbindung sukzessive durch Umsetzung mit jeweils einer weiteren niedermolekularen oder nicht-niedermolekularen, mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden Verbindung aufzubauen. Bei jedem Schritt erfolgt hierbei die Ankondensation mindestens einer niedermolekularen Verbindung oder
15 nicht-niedermolekularen Verbindung an die Kondensationsverbindung aus dem vorangegangenen Schritt, wobei bei der Ankondensation mindestens eine funktionelle Gruppe der Kondensationsverbindung mit einer funktionellen Gruppe einer niedermolekularen Verbindung reagiert und wobei gegebenenfalls eine der beiden miteinander reagierenden funktionellen Gruppen vor der Umsetzung aktiviert
20 wurde.

Insbesondere ist es beispielsweise denkbar, als nicht-niedermolekulare Verbindung ein erfindungsgemäß hergestelltes Oligo- oder Polykondensationsprodukt einzusetzen. Ebenso ist es auch denkbar, beliebige Oligomere oder Polymere, die
25 eine geeignete Art und Anzahl funktioneller Gruppen aufweisen, als nicht-niedermolekulare Verbindung einzusetzen

Hinsichtlich der einsetzbaren Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemische existieren prinzipiell keine Einschränkungen. Zu beachten ist nur, daß das erfindungsgemäße Verfahren im gewählten Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemisch
30 durchführbar ist. In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen

Verfahrens werden hierbei Lösungsmittelgemische eingesetzt, besonders bevorzugt Lösungsmittelgemische, die als eine Komponente Wasser aufweisen.

5 Demgemäß betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren, wie oben beschrieben, das dadurch gekennzeichnet ist, daß es bei Temperaturen im Bereich von -10 °C bis +50 °C in mindestens einem wäßrigen Lösungsmittelgemisch durchgeführt wird.

10 Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es auch denkbar, die oben beschriebenen Methoden zum Aufbau der Kondensationsverbindung in geeigneter Weise zu kombinieren.

Vorzugsweise können niedermolekulare Verbindungen, die funktionsspezifische Reste oder Gruppen tragen, linear oder flächig oder dreidimensional zwischen
15 niedermolekulare oder nicht-niedermolekulare Blöcke einkondensiert werden. Als funktionsspezifische Reste oder Gruppen seien unter anderem Chromophore, Fluorophore, Sensoren, Rezeptoren oder Indikatoren genannt. Außerdem können z.B. optisch aktive Reste, Gruppen, die einen flüssig-kristallinen Charakter einbringen, oder Gruppen mit Leiter- oder Halbleitereigenschaften eingeführt werden.

20

Entsprechend der oben beschriebenen Möglichkeiten, Oligo- und/oder Polykondensationsverbindungen aufzubauen, ist es denkbar, im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens bei Verwendung einer einzigen niedermolekularen Verbindung Homo-Oligokondensate oder Homo-Polykondensate herzustellen. Bei Ver-
25 wendung unterschiedlicher Verbindungen sind auch Co-Oligo- oder Polykondensate, statistische Co-Oligo- oder Polykondensate, Block-Co-Oligo- oder Polykondensate oder auch definierte Primär- und Sekundärstrukturen herstellbar. Hierbei ist es möglich, unter Ausnutzung der unterschiedlichen Reaktivität und Selektivität der an der Aktivierung bzw. der Umsetzung beteiligten funktionellen Gruppen
30 die Reihenfolge und die Art der Bindungsschritte zu steuern.

Bei entsprechender Verwendung und Kombination von Verbindungen, die zwei oder mehr als zwei funktionelle Gruppen aufweisen, ist es möglich, durch geeignete Aktivierungs- und Kondensationsschritte ein-, zwei- und/oder dreidimensionale Strukturen aufzubauen.

5

Demgemäß betrifft die vorliegende Erfindung auch die Verwendung einer Verbindung der folgenden Struktur (I)

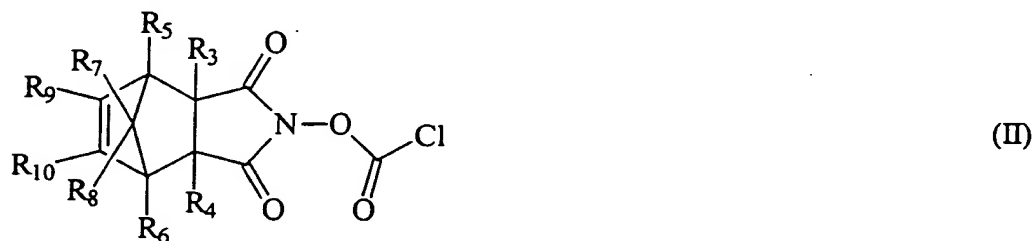


wobei R' für ein Halogenatom oder einen Rest (I')



steht und wobei R₁, R₂, R₁' und R₂' gleich oder unterschiedlich sind und Wasserstoff, geradkettige oder verzweigt-kettige Alkyl-, Aryl-, Cycloalkyl-, heterocyclische oder Aralkylreste mit bis zu 30 C-Atomen darstellen oder entweder R₁ und R₂ oder R₁' und R₂' oder sowohl R₁ und R₂ als auch R₁' und R₂' zu einem Carbocyclus oder einem Heterocyclus verknüpft sind, oder einer Verbindung der folgenden Struktur (II)

10



wobei R_3 bis R_{10} gleich oder unterschiedlich sind und Wasserstoff, geradkettige oder verzweigt-kettige Alkyl-, Aryl-, Cycloalkyl-, heterocyclische und Aralkyl-Reste mit bis zu 30 C-Atomen darstellen oder mehrere der R_3 bis R_{10} zu einem oder mehreren Carbo- oder Heterocyclen verbrückt sind, zur Herstellung von ein-,
5 zwei- und/oder dreidimensionalen Kondensationsverbindungen.

Beim Aufbau dieser Verbindungen können nach dem erfindungsgemäßen Verfahren gemäß den oben genannten Verbindungen der Strukturen (I) oder (II) und der ebenfalls oben genannten verschiedenen funktionellen Gruppen unter anderem
10 Ester-, Amid-, Carbonat-, Hydrazid-, Urethan- oder Harnstoffbindungen geknüpft werden. Außerdem können die Stickstoffhomologen oder Thioanaloge dieser Verbindungen wie etwa Semicarbazide oder Hydroxamether gebildet werden.

Daher betrifft die vorliegende Erfindung auch die Verwendung, wie oben beschrieben, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die ein-, zwei- und/oder dreidimensionalen Kondensationsverbindungen durch Knüpfung von Ester-, Amid-, Carbonat-, Hydrazid-, Urethan- oder Harnstoffbindungen oder durch Knüpfung von thioanalogen oder stickstoffhomologen Bindungen gebildet werden.
15

Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist darin zu sehen, daß auch niedermolekulare Verbindungen, die Substituenten tragen, die auf drastische Reaktionsbedingungen empfindlich reagieren, zum Aufbau der Oligo- oder Kondensationsprodukte eingesetzt werden können, da die Herstellbedingungen dieser Kondensationsverbindungen, im Unterschied zu den Verfahren gemäß dem Stand
20 der Technik, weniger drastisch sind.

Demgemäß betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren, wie oben beschrieben, das dadurch gekennzeichnet ist, daß die Umsetzungen der mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden niedermolekularen Verbindungen bei einem
30 pH-Wert im Bereich von 3 bis 14 und einer Temperatur im Bereich von $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ durchgeführt werden.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird in einem pH-Wert im Bereich von 4 bis 14 und bei einer Temperatur im Bereich von -15 °C bis +50 °C gearbeitet.

5

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren können durch Verwendung von Verbindungen, die zwei und mehr funktionelle Gruppen aufweisen, Sternpolymere, Dendrone und Dendrimere hergestellt werden. Hierbei sind unter anderem sowohl divergente als auch konvergente Synthesestrategien möglich.

10

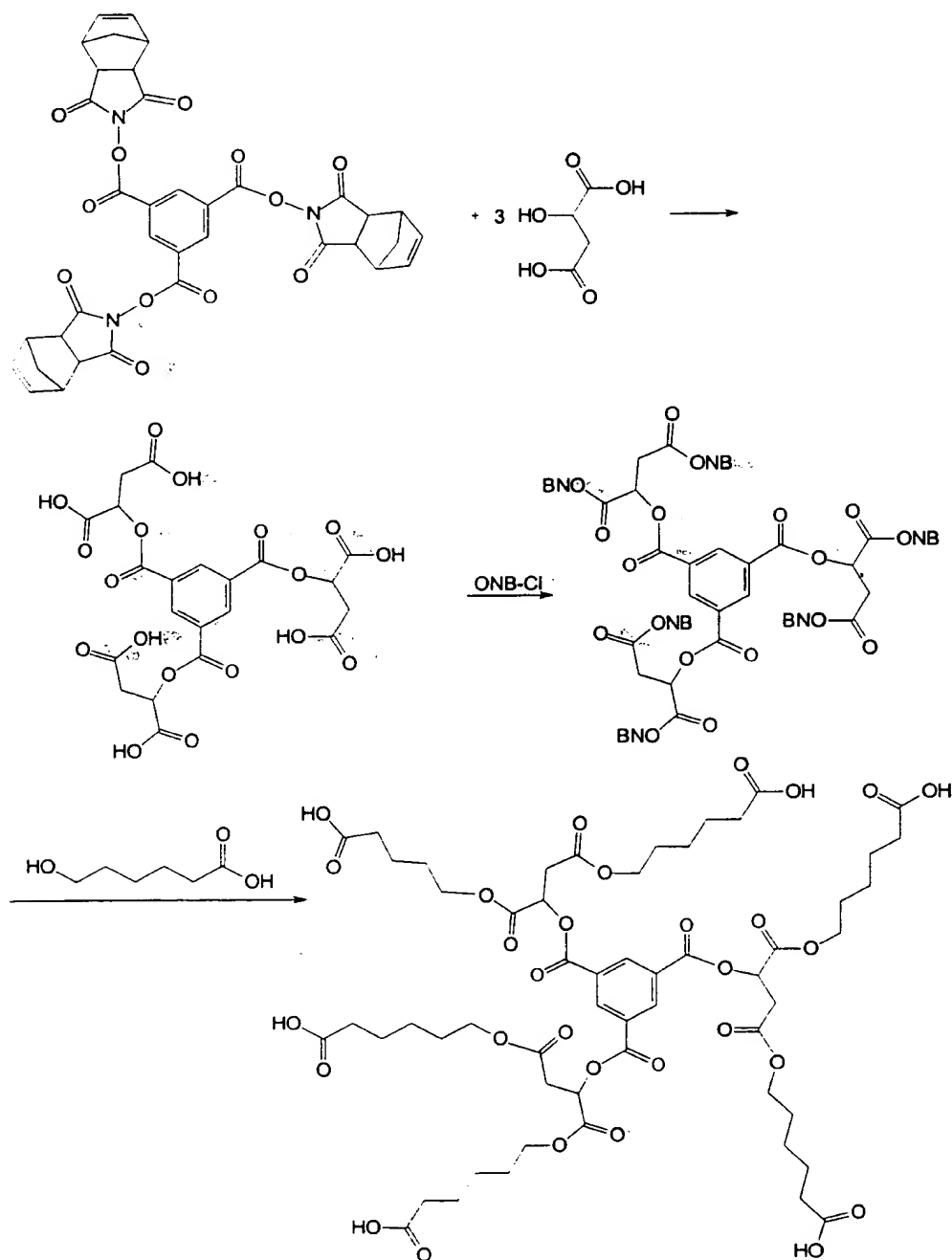
Bei der divergenten Synthese wird in einer speziellen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ein multifunktionales Reagenz wie beispielsweise ein Reagenz der Struktur (V), das mit einer Verbindung der Struktur (I) oder (II) beispielsweise einfach aktiviert ist, mit beispielsweise den Hydroxygruppen eines multifunktionalen Kerns umgesetzt. In einem nächsten Schritt wird in einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens das Umsetzungsprodukt an freien funktionellen Gruppen mit einer Verbindung der Struktur (I) oder (II) aktiviert und dann mit einem oder mehreren geeigneten multifunktionalen Reagenzien umgesetzt. In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in diesem nächsten Schritt das Umsetzungsprodukt mit einem oder mehreren geeigneten multifunktionalen Reagenzien, die mit einer Verbindung der Struktur (I) oder (II) aktiviert wurden, umgesetzt.

In einer weiteren speziellen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens hinsichtlich der divergenten Synthese werden die Hydroxygruppen eines multifunktionalen Kerns beispielsweise eines mehrwertigen Alkohols, beispielsweise Glycerin, mittels einer Verbindung der Struktur (I) oder (II) aktiviert. In einem nächsten Schritt werden die aktivierten Hydroxygruppen mit den Aminogruppen beispielsweise eines Aminoalkohols beispielsweise der Struktur (V) selektiv zum Urethan umgesetzt. In weiteren Schritten werden dann jeweils die Hydroxygruppen der Kondensationsverbindung aktiviert und mit den Aminogrup-

30

pen eines Aminoalkohols zum Urethan umgesetzt. Über die Anzahl der Hydroxygruppen des Kerns und der in diesen weiteren Schritten eingesetzten Reagenzien kann hierbei der Verzweigungsgrad gesteuert werden.

- 5 Beispielhaft seien unter anderem die folgenden Schritte eines Synthesewegs für einen Dendrimeraufbau dargestellt:



Demgemäß betrifft die vorliegende Erfindung auch eine Verwendung, wie oben beschrieben, die dadurch gekennzeichnet ist, daß es sich bei den Kondensationsverbindungen um Sternpolymere, Dendrimere oder Dendrone handelt.

5

Bei der konvergenten Synthese wird in einer speziellen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens beispielsweise eine Hydroxydicarbonsäure selektiv C-terminal mit einer Verbindung der Strukturen (I) oder (II) aktiviert, woraufhin mit beispielsweise Aminodicarbonsäuren eine Kondensationsverbindung sukzes-

10 sive bis zum gewünschten Derivatisierungsgrad aufgebaut wird. Die erhaltene Kondensationsverbindung, ein Dendron, kann dann beispielsweise mit einer aktivierten Tri- oder Tetracarbonsäure umgesetzt werden.

Als Beispiele für Kerne, die sich zur Herstellung für Sternpolymere oder Dendri-

15 mere eignen, seien unter anderem 1,3,5-Benzoltricarbonsäure, Pentaerythrit, Phloroglucin, 1,3,5-Triaminobenzol, Melamin oder auch Cyclodextrine geeignet.

Über das erfindungsgemäße Verfahren können bei der Herstellung der Sternpolymere, Dendrone und Dendrimere über Kondensationsreaktionen sämtliche oben

20 beschriebenen Bindungstypen realisiert werden.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist unter anderem darin zu sehen, daß die Verbindungen, aus denen die Oligo- oder Kondensationsverbindungen aufgebaut werden, zusätzlich zu den funktionellen Gruppen, die zum Auf-

25 bau verwendet werden, zusätzlich weitere funktionelle Gruppen tragen können, d.h. im wesentlichen beliebig substituiert sein können.

Hierbei ist es unter anderem denkbar, daß diese weiteren funktionellen Gruppen während des Aufbaus der Kondensationsverbindung gegebenenfalls durch eine geeignete Schutzgruppe geschützt sind. Hierfür sind im wesentlichen alle be-

30 kannten Schutzgruppen gemäß des Standes der Technik verwendbar.

Im Anschluß an die Oligo- oder Polykondensation kann die hergestellte Kondensationsverbindung an diesen funktionellen Gruppen derivatisiert werden, wobei im Falle, daß die funktionellen Gruppen mit Schutzgruppen versehen waren, diese
5 zunächst mittels eines geeigneten Verfahrens nach dem Stand der Technik entfernt werden. Bezüglich dieser Derivatisierung ist es beispielsweise denkbar, die funktionellen Gruppen der Kondensationsverbindung mit einem Aktivierungsreagens, bevorzugt mit einer Verbindung der Struktur (I) oder (II) zu aktivieren und anschließend mit Verbindungen, die mindestens eine funktionelle Gruppe aufweisen,
10 umzusetzen. Ebenso ist auch denkbar, aktivierte, mindestens eine funktionelle Gruppe aufweisende Verbindungen mit den funktionellen Gruppen der Kondensationsverbindung umzusetzen.

In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es möglich,
15 gleichartige oligomere oder polymere Kondensationszwischenprodukte, die jeweils mindestens eine funktionelle Gruppe aufweisen, die nicht zum Aufbau der Kondensationsverbindung verwendet wird, in geeigneter Weise zu derivatisieren und anschließend zu einer Kondensationsverbindung zusammenzufügen. Die Kondensationszwischenprodukte können dabei entweder mit einer einzigen oder
20 auch verschiedenen Verbindungen derivatisiert werden. Die Verbindungen, mit denen derivatisiert wird, können beispielsweise als Gemisch angeboten werden, was schließlich zu einem statistisch derivatisierten Kondensationsprodukt führt.

Über die Struktur von Substituenten, die über die Derivatisierung in die Kondensationsverbindung eingebracht werden oder die als Reste in den Verbindungen
25 vorliegen, aus denen die Kondensationsverbindungen aufgebaut werden, können im erfindungsgemäßen Verfahren gezielt Eigenschaften in die Kondensationsverbindung eingebracht werden.

30 Beispielsweise läßt sich durch die chemische Natur dieser Substituenten die Löslichkeit oder das thermische oder rheologische Verhalten der Kondensationsver-

bindung wie beispielsweise die Plastizität, die Verformbarkeit, die Hitzebeständigkeit oder die Glasktemperatur beeinflussen. Ebenso können lineare und nichtlineare optische Eigenschaften wie beispielsweise flüssig-kristalliner Charakter, Chiralität, Brechung, Streuung oder Transparenz in die Kondensationsverbindung
5 eingebracht werden. Denkbar ist auch die gezielte Beeinflussung der Leitfähigkeit der Kondensationsverbindung. Ebenso sind natürlich auch Kombinationen dieser Eigenschaften gezielt steuerbar. Beispielsweise ist es denkbar, nach dem erfindungsgemäßen Verfahren Polykondensationsverbindungen herzustellen, bei denen gezielt die Leitfähigkeit und die mechanische und thermische Stabilität durch
10 geeignete Auswahl, Umsetzung, gegebenenfalls Derivatisierung und/oder Vernetzung, wie untenstehend beschrieben, derjenigen Verbindungen beeinflusst wird, die zum Aufbau der Polykondensationsverbindung eingesetzt werden. Die Substituenten oder Reste können ebenso Indikator- oder Sensoreigenschaften oder auch Farbe, Fluoreszenz oder Radioaktivität in das Kondensationsprodukt ein-
15 bringen.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist es auch denkbar, die gegebenenfalls derivatisierten Kondensationsprodukte in Anwesenheit einer Templatverbindung zu verformen. Als Templatverbindung kann prinzipiell jede Verbindung eingesetzt
20 werden, die sich bei der Herstellung der Kondensationsverbindungen reversibel in die aufzubauende Struktur einlagern läßt.

Demgemäß betrifft die vorliegende Erfindung auch eine Verfahren, wie oben beschrieben, das dadurch gekennzeichnet ist, daß die Kondensationsverbindung in
25 Anwesenheit mindestens einer Templatverbindung verformt wird.

Bei der Verformung geht man beispielsweise so vor, daß man in einem geeigneten Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemisch eine Kondensationsverbindung mit einem Templat zusammengibt und der Kondensationsverbindung die Möglichkeit
30 gibt, dabei eine oder mehrere begünstigte Konformationen einzunehmen. Dabei ist auch denkbar, eine Kondensationsverbindung mit zwei oder mehr verschiedenen

Templaten zusammenzugeben. Ebenfalls ist es denkbar, zwei oder mehr verschiedene Kondensationsverbindungen mit einem oder mehreren verschiedenen Templaten zusammenzugeben.

5 Die Wechselwirkungen zwischen der mindestens einen Templatverbindung und der Kondensationsverbindung können von beliebiger Natur sein. Beispielsweise seien genannt:

- Wasserstoffbrückenbindungen;
- Dipol-Dipol-Wechselwirkungen;
- 10 - Van der Waals-Wechselwirkungen;
- Hydrophobe Wechselwirkungen;
- Charge-Transfer-Wechselwirkungen;
- Ionische Wechselwirkungen;
- Kombinationen dieser Wechselwirkungen.

15

Verantwortlich für die Wechselwirkungen können beispielsweise Struktureinheiten der Verbindungen sein, aus denen die Kondensationsverbindungen aufgebaut sind. Diese Struktureinheiten können auch durch Derivatisierung, wie oben beschrieben, in die Kondensationsverbindung eingeführt worden sein. Unter ande-
20 rem können es funktionelle Gruppen sein, die zum Aufbau der Kondensationsverbindungen nicht verwendet wurden oder die durch Derivatisierung, wie oben beschrieben, nachträglich in die Kondensationsverbindung eingeführt wurden.

In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der
25 Aufbau der Kondensationsverbindung in Anwesenheit mindestens einer chemischen Verbindung, die nicht in die Kondensationsverbindung eingebaut wird, durchgeführt. Diese mindestens eine chemische Verbindung kann hierbei beispielsweise ein Templat sein.

Demgemäß betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren, wie oben beschrieben, das dadurch gekennzeichnet ist, daß die Kondensationsverbindung in Gegenwart mindestens einer Templatverbindung hergestellt wird.

5 Dabei ist es unter anderem denkbar, daß die mindestens eine Templatverbindung bei der gesamten Herstellung der Kondensationsverbindung anwesend ist. Ebenfalls ist es möglich, die Templatverbindung erst im Laufe des Herstellungsverfahrens zuzugeben.

10 Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist es auch möglich, die Kondensationsverbindung in Anwesenheit mindestens einer Templatverbindung aufzubauen und die resultierende Konformation in einem weiteren Schritt in Anwesenheit mindestens einer Templatverbindung zu verformen.

15 In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Konformation der Kondensationsverbindung, die sich durch Verformung in Anwesenheit eines Templats oder durch Herstellung der Kondensationsverbindung in Anwesenheit eines Templats gebildet hat, fixiert. Zur Fixierung sind prinzipiell alle denkbaren Verfahren einsetzbar.

20

Demgemäß betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren, wie oben beschrieben, das dadurch gekennzeichnet ist, daß die aus der Verformung resultierende Konformation fixiert wird.

25 Insbesondere sind hierbei Temperaturänderung, Lösungsmittelwechsel und Vernetzung zu nennen. Bevorzugt wird die Konformation durch Vernetzung fixiert.

Die Vernetzung kann hierbei beispielsweise dadurch erreicht werden, daß zwei oder mehr Stränge von Kondensationsverbindungen direkt miteinander reagieren.

30 Dies kann dadurch erreicht werden, daß funktionelle Gruppen der Verbindungen, aus denen die Kondensationsverbindung aufgebaut wurde und/oder die durch De-

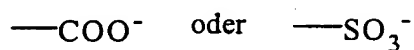
rivatisierung eingeführten funktionellen Gruppen so beschaffen sind, daß zwischen diesen Gruppen kovalente und / oder nicht-kovalente Bindungen geknüpft werden können. Ganz allgemein ist es denkbar, daß diese kovalenten und/oder nicht-kovalenten Bindungen zwischen Gruppen ausgebildet werden, die an einer
5 einzigen Kondensationsverbindung hängen, und/oder zwischen Gruppen ausgebildet werden, die an zwei oder mehr Kondensationsverbindungen hängen, so daß durch die Vernetzung zwei oder mehr Kondensationsverbindungen über eine oder mehrere Stellen miteinander verknüpft sein können.

10 Ebenso ist es auch denkbar, zur Vernetzung ein oder mehrere geeignete Vernetzungsmittel einzusetzen, mit denen, wie vorstehend beschrieben, in kovalenter und/oder nicht-kovalenter Weise Gruppen innerhalb einer Kondensationsverbindung und/oder Gruppen, die an mehreren Strängen von gegebenenfalls unterschiedlichen Kondensationsverbindungen hängen, vernetzt werden können.

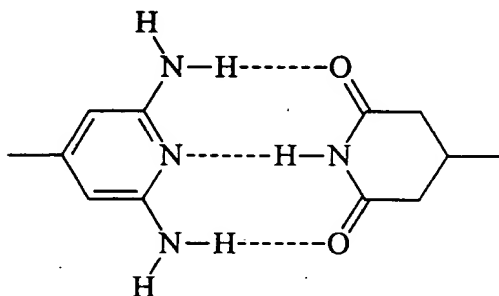
15 Hierbei ist es im Rahmen der vorliegenden Erfindung insbesondere möglich, bereits bei der Herstellung der Kondensationsverbindung und/oder bei der Derivatisierung der Kondensationsverbindung oder der Kondensationszwischenprodukte die chemische Struktur der Kondensationsverbindung im Hinblick auf die spätere
20 Vernetzung zu konzipieren. Insbesondere können beispielsweise die Derivatisierungsreagenzien funktionelle Gruppen aufweisen, die für die kovalente und/oder nicht-kovalente Vernetzung selektiv sind.

Als Vernetzungsreagenzien kommen prinzipiell alle geeigneten, aus dem Stand
25 der Technik bekannten Verbindungen in Betracht. Demgemäß kann die Vernetzung beispielsweise in kovalent-reversibler Weise, in kovalent-irreversibler Weise oder in nicht-kovalenter Weise erfolgen, wobei bei Vernetzung in nicht-kovalenter Weise beispielsweise Vernetzungen über ionische Wechselwirkung oder über Charge-Transfer-Wechselwirkung zu nennen sind.

Als Vernetzungsreagenzien, die zu kovalent-irreversibler Vernetzung führen können, sind unter anderem zwei- oder mehrfach funktionelle Verbindungen wie beispielsweise Diole oder Diamine zu nennen. Dabei werden beispielsweise zweiwertige Vernetzer mit der aktivierten Kondensationsverbindung umgesetzt oder
5 das mindestens zweiwertige aktivierte Vernetzungsreagens mit der nicht-aktivierten Kondensationsverbindung. Eine kovalent-reversible Vernetzung kann beispielsweise durch Knüpfen einer Schwefel-Schwefel-Bindung zu einer Disulfidbrücke zwischen zwei an einer oder zwei Kondensationsverbindungen hängenden funktionellen Gruppen realisiert werden. Eine Vernetzung über ionische Wechselwirkung kann beispielsweise über zwei Reste zustandekommen, von denen der
10 eine als Struktureinheit ein quartäres Ammoniumion und der andere als Struktureinheit beispielsweise



aufweist. Eine Vernetzung über Wasserstoffbrücken kann beispielsweise zwischen zwei komplementären Basenpaaren ausgebildet werden, beispielsweise über folgende Struktur:
15



Ganz allgemein können nicht-kovalent zu vernetzende Polymerderivate bezüglich der Vernetzungsstellen komplementär aufgebaut sein, wobei zueinander komplementäre Struktureinheiten beispielsweise Säure / Triamin oder Uracil / Melamin
20 sind. Ebenso kann bei einer nicht-kovalenten Vernetzung das Vernetzungsreagens komplementär zu den Vernetzungsstellen an der Kondensationsverbindung sein. Als Beispiel hierfür wären etwa eine Aminogruppe an der Kondensationsverbindung und eine Dicarbonsäure als Vernetzungsreagens zu nennen.

Mittels der Vernetzung ist es beispielsweise möglich, aus geeigneten Kondensationsprodukten Multischichten aufzubauen. Dies ist beispielsweise dadurch möglich, daß zuerst zweidimensionale Strukturen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren aufgebaut werden und diese durch Vernetzung zu Multischichten verbunden werden. Ebenso ist es denkbar, zuerst eindimensionale Strukturen herzustellen, aus denen durch Vernetzung zweidimensionale und anschließend durch Vernetzung dreidimensionale Strukturen hergestellt werden. Ebenso können aus geeigneten eindimensionalen Strukturen direkt durch Vernetzung dreidimensionale Strukturen aufgebaut werden. Ebenso ist eine Kombination dieser Herstellungswege denkbar.

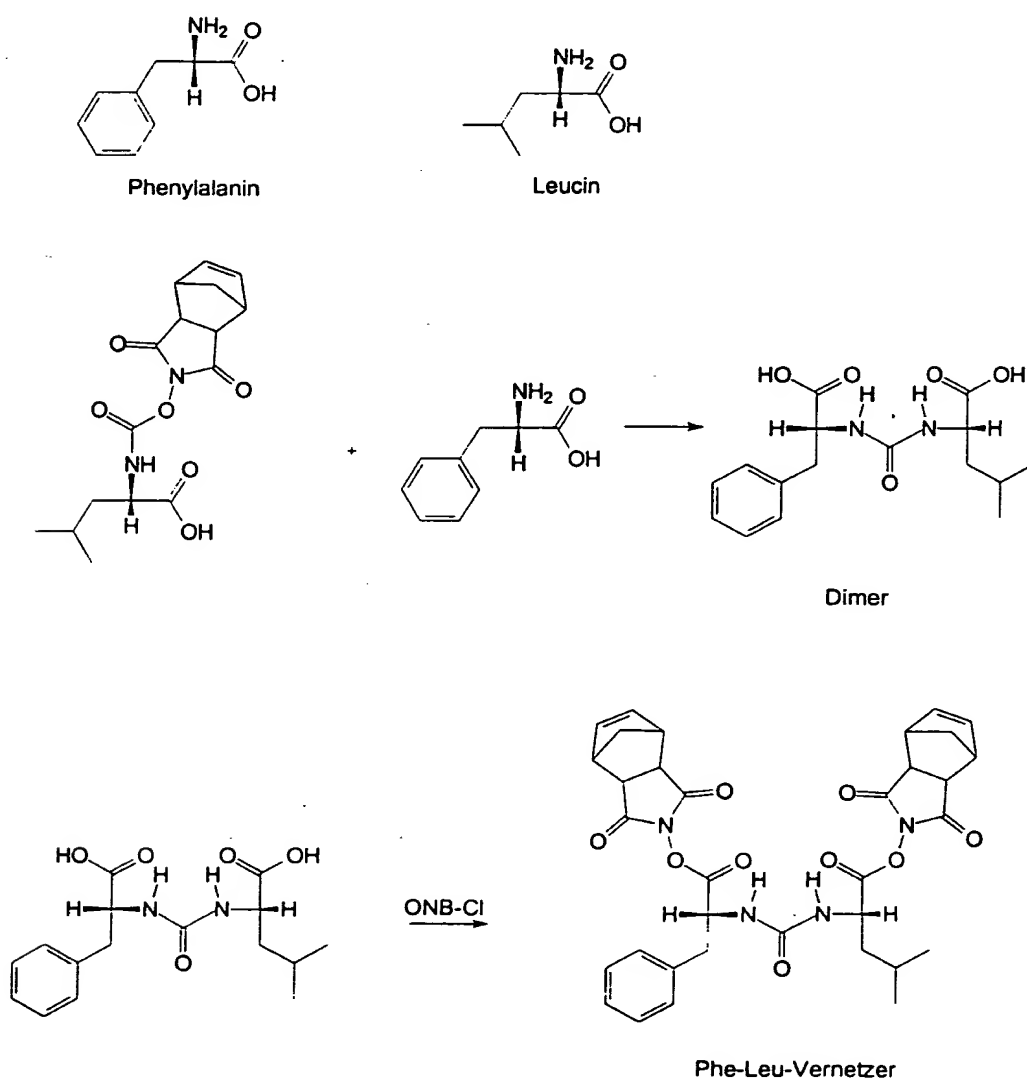
In einer weiteren Ausführungsform betrifft die vorliegende Erfindung auch die Verwendung einer Kondensationsverbindung, herstellbar gemäß einem Verfahren, wie oben beschrieben, oder einer Kondensationsverbindung, herstellbar durch die Verwendung einer Verbindung der Struktur (I) oder (II), wie oben beschrieben, als Vernetzungsreagenz.

Im wesentlichen können durch die erfindungsgemäße Verwendung alle geeigneten Verbindungen vernetzt werden. Geeignete Verbindungen sind dabei solche Verbindungen, die mindestens eine Struktureinheit, beispielsweise eine funktionelle Gruppe, aufweisen, die mit einer Struktureinheit, beispielsweise einer funktionellen Gruppe, der erfindungsgemäß hergestellten Kondensationsverbindung derart wechselwirkt, daß eine Vernetzung stattfindet.

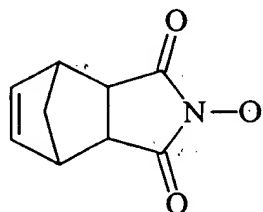
Hierbei ist es unter anderem denkbar, mittels mindestens einer erfindungsgemäß hergestellten Kondensationsverbindung zwei oder mehr Oligomere und/oder Polymere miteinander zu vernetzen. Die Oligomere oder Polymere können hierbei eine ein-, zwei- oder dreidimensionale Struktur aufweisen. Selbstverständlich ist es denkbar, daß mindestens ein zu vernetzendes Oligomer und/oder Polymere eine erfindungsgemäß hergestellte Kondensationsverbindung ist.

Je nach Anzahl der zur Vernetzung geeigneten Struktureinheiten der mindestens einen, als Vernetzungsreagenz verwendeten erfindungsgemäß hergestellten Kondensationsverbindung ist es denkbar, zwei oder mehr gleiche oder voneinander verschiedene Verbindungen miteinander zu vernetzen.

Als Beispiel für ein erfindungsgemäß zu verwendendes Vernetzungsreagenz sei im folgenden ein dimerer Vernetzer aufgeführt, der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren aus Phenylalanin und Leucin hergestellt wird:

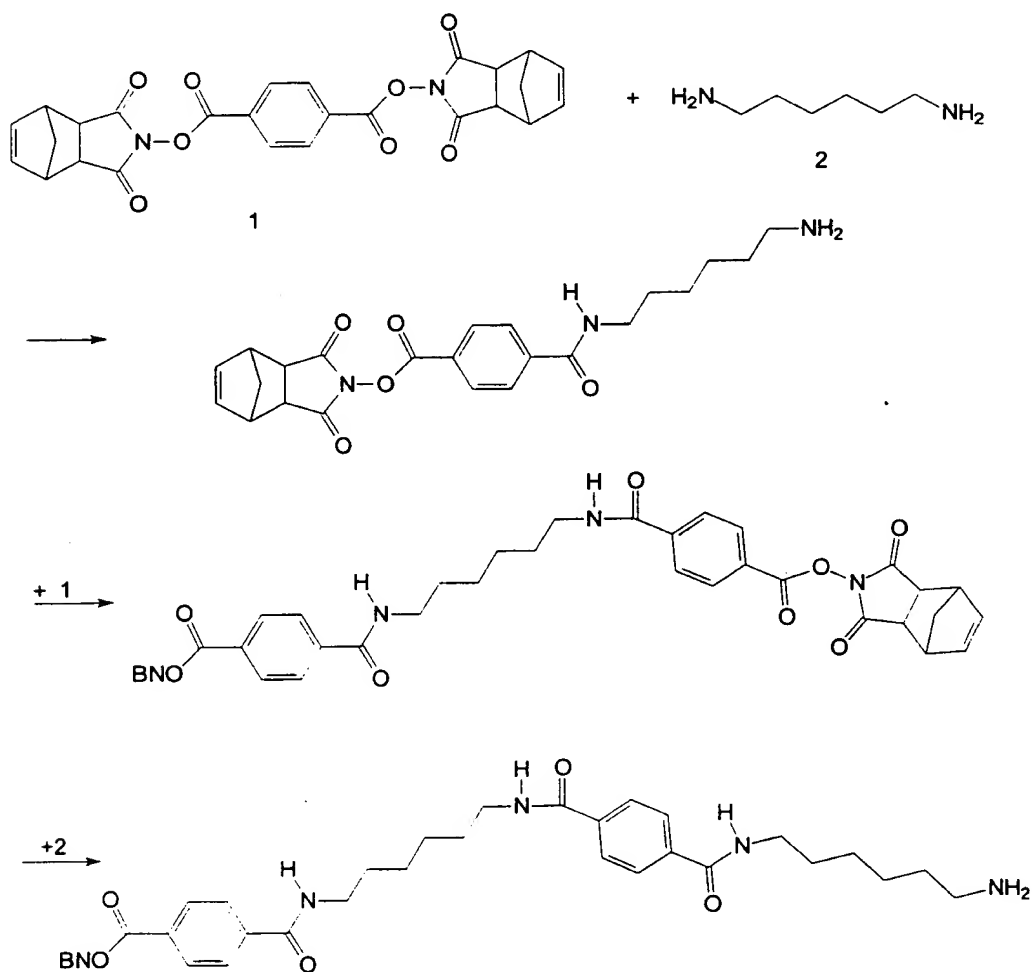


Als Beispiele für den Aufbau einer Kondensationsverbindung nach dem erfindungsgemäßen Verfahrens seien folgende Reaktionswege (A) und (B) aufgeführt, in denen der Rest BNO die folgende Struktureinheit (VIII) repräsentiert:



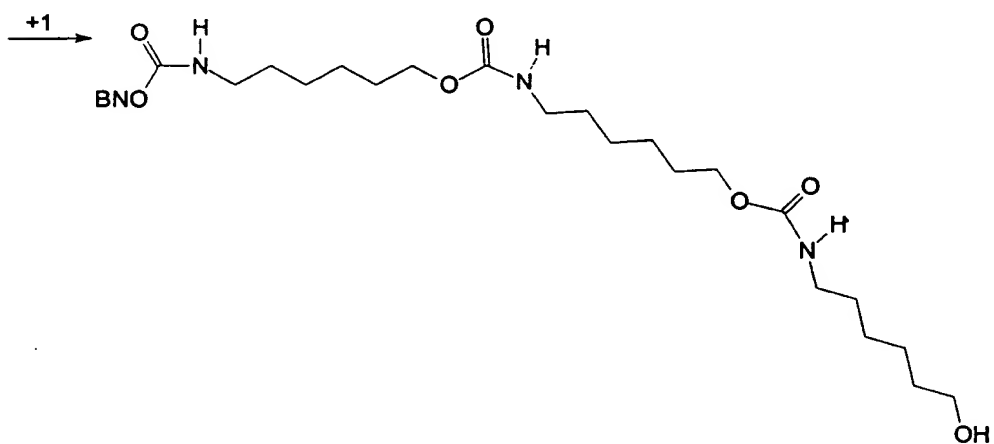
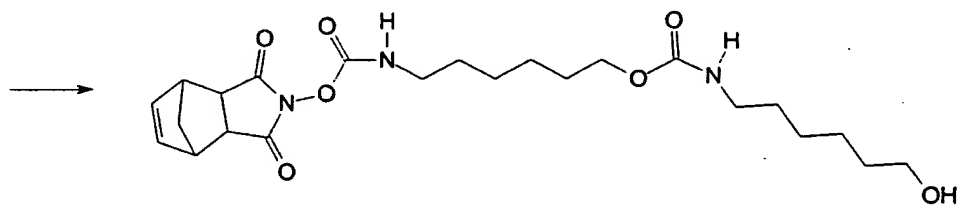
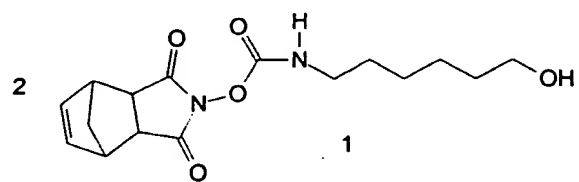
(VIII)

Reaktionsweg (A):



usw.

Reaktionsweg (B):



usw.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Kondensationsverbindung durch Umsetzung mindestens einer funktionellen Gruppe einer mindestens zwei funktionellen Gruppen aufweisenden ersten niedermolekularen Verbindung mit mindestens einer funktionellen Gruppe mindestens einer weiteren, mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden zweiten niedermolekularen Verbindung, die gleich der ersten oder verschieden von der ersten niedermolekularen Verbindung sein kann, unter Erhalt einer Kondensationsverbindung, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der an dieser Umsetzung beteiligten funktionellen Gruppen vor der Umsetzung durch Reaktion mit einer Verbindung der folgenden Struktur (I)...



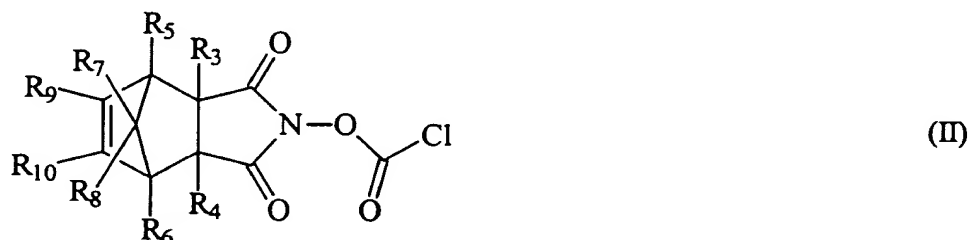
aktiviert wurde, wobei R' für ein Halogenatom oder einen Rest (I')



steht und wobei R₁, R₂, R₁' und R₂' gleich oder unterschiedlich sind und Wasserstoff, geradkettige oder verzweigt-kettige Alkyl-, Aryl-, Cycloalkyl-, heterocyclische oder Aralkylreste mit bis zu 30 C-Atomen darstellen oder

entweder R_1 und R_2 oder R_1' und R_2' oder sowohl R_1 und R_2 als auch R_1' und R_2' zu einem Carbocyclus oder einem Heterocyclus verknüpft sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Verbindung der Struktur (I) eine Verbindung der folgenden Struktur (II)



eingesetzt wird, wobei R_3 bis R_{10} gleich oder unterschiedlich sind und Wasserstoff, geradkettige oder verzweigte Alkyl-, Aryl-, Cycloalkyl-, heterocyclische und Aralkyl-Reste mit bis zu 30 C-Atomen darstellen oder mehrere der R_3 bis R_{10} zu einem oder mehreren Carbo- oder Heterocyclen verbrückt sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden Verbindungen mindestens zwei verschiedene funktionelle Gruppen aufweist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der mindestens zwei verschiedenen funktionellen Gruppen der mindestens einen, mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden Verbindungen selektiv durch eine Verbindung der Struktur (I) oder (II) aktiviert wurde.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kondensationsverbindung durch gleichzeitiges Abreagieren der mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden Verbindungen hergestellt wird.

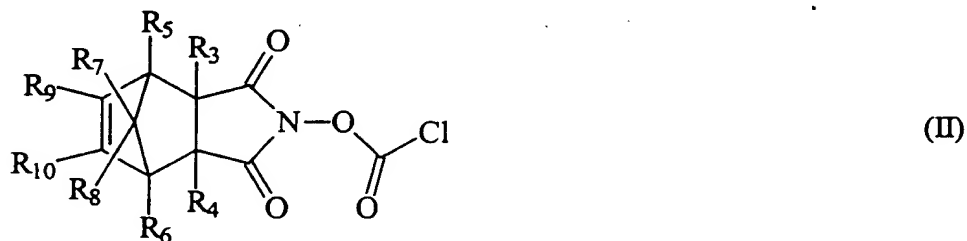
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kondensationsverbindung schrittweise aus den mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden Verbindungen aufgebaut wird.
- 5 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die schrittweise Herstellung der Kondensationsverbindung in Lösung oder am festen Träger durchgeführt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß
10 die Umsetzung der mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden Verbindungen bei einem pH-Wert im Bereich von 3 bis 14 und einer Temperatur im Bereich von -30 °C bis +70 °C durchgeführt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß
15 es bei Temperaturen im Bereich von -10 °C bis +50 °C in mindestens einem wäßrigen Lösungsmittelgemisch durchgeführt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß
20 die Kondensationsverbindung in Anwesenheit mindestens einer Templatverbindung hergestellt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß
25 die Kondensationsverbindung in Gegenwart mindestens einer Templatverbindung verformt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die aus der Herstellung oder der Verformung resultierende Konformation fixiert wird.
- 30 13. Verwendung einer Verbindung der folgenden Struktur (I)



wobei R' für ein Halogenatom oder einen Rest (I')



steht und wobei R₁, R₂, R₁' und R₂' gleich oder unterschiedlich sind und Wasserstoff, geradkettige oder verzweigt-kettige Alkyl-, Aryl-, Cycloalkyl-, heterocyclische oder Aralkylreste mit bis zu 30 C-Atomen darstellen oder entweder R₁ und R₂ oder R₁' und R₂' oder sowohl R₁ und R₂ als auch R₁' und R₂' zu einem Carbocyclus oder einem Heterocyclus verknüpft sind, oder einer Verbindung der folgenden Struktur (II)



wobei R₃ bis R₁₀ gleich oder unterschiedlich sind und Wasserstoff, geradkettige oder verzweigt-kettige Alkyl-, Aryl-, Cycloalkyl-, heterocyclische und Aralkyl-Reste mit bis zu 30 C-Atomen darstellen oder mehrere der R₃ bis R₁₀ zu einem oder mehreren Carbo- oder Heterocyclen verbrückt sind, zur Herstellung von ein-, zwei- und/oder dreidimensionalen Kondensationsverbindungen.

14. Verwendung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die ein-, zwei- und/oder dreidimensionalen Kondensationsverbindungen durch Knüpfung von Ester-, Amid-, Carbonat-, Hydrazid-, Urethan- oder Harnstoffbindungen oder durch Knüpfung von thioanalogen oder stickstoffhomologen Bindungen gebildet werden.

5

15. Verwendung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei den Kondensationsverbindungen um Sternpolymere, Dendrimere oder Dendrone handelt.

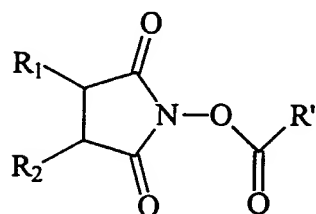
10

16. Verwendung einer Kondensationsverbindung, herstellbar durch ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, oder einer Kondensationsverbindung, herstellbar durch die Verwendung einer Verbindung der Struktur (I) oder (II) gemäß einem der Ansprüche 13 bis 15, als Vernetzungsreagenz.

5

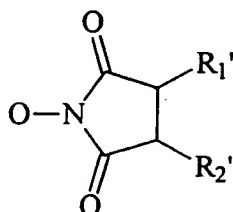
Zusammenfassung

Verfahren zur Herstellung einer Kondensationsverbindung durch Umsetzung mindestens einer funktionellen Gruppe einer mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden ersten niedermolekularen Verbindung mit mindestens einer funktionellen Gruppe mindestens einer weiteren, mindestens zwei funktionelle Gruppen aufweisenden zweiten niedermolekularen Verbindung, die gleich der ersten oder verschieden von der ersten niedermolekularen Verbindung sein kann, unter Erhalt einer Kondensationsverbindung, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der an dieser Umsetzung beteiligten funktionellen Gruppen vor der Umsetzung durch Reaktion mit einer Verbindung der folgenden Struktur (I)



(I)

aktiviert wurde, wobei R' für ein Halogenatom oder einen Rest (I')



(I')

steht und wobei R₁, R₂, R₁' und R₂' gleich oder unterschiedlich sind und Wasserstoff, geradkettige oder verzweigte Alkyl-, Aryl-, Cycloalkyl-, heterocyclische oder Aralkylreste mit bis zu 30 C-Atomen darstellen oder entweder R₁ und R₂ oder R₁' und R₂' oder sowohl R₁ und R₂ als auch R₁' und R₂' zu einem Carbocyclus oder einem Heterocyclus verknüpft sind.

